

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

Expéditeur : L'ADMINISTRATION CHARGEÉE DE
LA RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT

Destinataire
Compagnie Financière ALCATEL
Département Propriété Industrielle
A l'att. de LAMOUREUX, Bernard
30, Avenue Kléber
75116 Paris
FRANCE

REÇU
LE 18 DEC. 2000
PROPRIETE INDUSTRIELLE

NOTIFICATION DE TRANSMISSION DU
RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
OU DE LA DECLARATION

LA (règle 44.1 du PCT)

l 4

Date d'expédition
(jour/mois/année)

15/12/2000

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

102224/LA/OPT

POUR SUITE A DONNER

voir les paragraphes 1 et 4 ci-après

Demande internationale n°

PCT/FR 00/ 02637

Date du dépôt international

(jour/mois/année)

22/09/2000

Déposant

ALCATEL

1. Il est notifié au déposant que le rapport de recherche internationale a été établi et lui est transmis ci-joint.

Dépôt de modifications et d'une déclaration selon l'article 19 :

Le déposant peut, s'il le souhaite, modifier les revendications de la demande internationale (voir la règle 46):

Quand? || Le délai dans lequel les modifications doivent être déposées est de deux mois à compter de la date de transmission du rapport de recherche internationale ; pour plus de précisions, voir cependant les notes figurant sur la feuille d'accompagnement.

Où? Directement auprès du Bureau International de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse
n° de télécopieur: (41-22)740.14.35

Pour des instructions plus détaillées, voir les notes sur la feuille d'accompagnement.

2. Il est notifié au déposant qu'il ne sera pas établi de rapport de recherche internationale et la déclaration à cet effet, prévue à l'article 17.2)a), est transmise ci-joint.

3. En ce qui concerne la réserve pouvant être formulée, conformément à la règle 40.2, à l'égard du paiement d'une ou de plusieurs taxes additionnelles, il est notifié au déposant que

la réserve ainsi que la décision y relative ont été transmises au Bureau International en même temps que la requête du déposant tendant à ce que le texte de la réserve et celui de la décision en question soient notifiés aux offices désignés.

la réserve n'a encore fait l'objet d'aucune décision; dès qu'une décision aura été prise, le déposant en sera avisé.

4. Mesure(s) consécutive(s) : Il est rappelé au déposant ce qui suit:

Peu après l'expiration d'un délai de 18 mois à compter de la date de priorité, la demande internationale sera publiée par le Bureau International. Si le déposant souhaite éviter ou différer la publication, il doit faire parvenir au Bureau International une déclaration de retrait de la demande internationale, ou de la revendication de priorité, conformément aux règles 90bis.1 et 90bis.3, respectivement, avant l'achèvement de la préparation technique de la publication internationale.

Dans un délai de 19 mois à compter de la date de priorité, le déposant doit présenter la demande d'examen préliminaire international s'il souhaite que l'ouverture de la phase nationale soit reportée à 30 mois à compter de la date de priorité (ou même au-delà dans certains offices).

Dans un délai de 20 mois à compter de la date de priorité, le déposant doit accomplir les démarches prescrites pour l'ouverture de la phase nationale auprès de tous les offices désignés qui n'ont pas été élus dans la demande d'examen préliminaire international ou dans une élection ultérieure avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou qui ne pouvaient pas être élus parce qu'ils ne sont pas liés par le chapitre II.

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale



Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lisa O'Sullivan

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire 102224/LA/OPT	POUR SUITE A DONNER	voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après
Demande internationale n° PCT/FR 00/ 02637	Date du dépôt international (<i>jour/mois/année</i>) 22/09/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (<i>jour/mois/année</i>)) 23/09/1999
Déposant ALCATEL		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuillets.

Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. **Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche** (voir le cadre I).

3. **Il y a absence d'unité de l'invention** (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrégé est la Figure n°

suggérée par le déposant.

parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

Aucune des figures n'est à publier.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No
PCT/FR 00/02637

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H04B10/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H04B H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	KANI J ET AL: "BIDIRECTIONAL TRANSMISSION TO SUPPRESS INTERWAVELENGTH-BAND NONLINEAR INTERACTIONS IN ULTRAWIDE-BAND WDM TRANSMISSION SYSTEMS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 11, no. 3, mars 1999 (1999-03), pages 376-378, XP000823483 ISSN: 1041-1135 page 376 ----	1-4, 11-13
A	---- -/-	5-8, 14, 15, 19, 20

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 décembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Cochet, B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Document de Internationale No
PCT/FR 00/02637

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>ZOU X Y ET AL: "COMPENSATING OF NONUNIFORM GAIN INDUCED BY RAMAN SCATTERING AND EDFAS IN ULTRALONG-DISTANCE WDM LINKS" OPTICAL FIBER COMMUNICATION, US, NEW YORK, IEEE, 1995, pages 152-153, XP000517683 ISBN: 0-7803-2654-7 le document en entier</p> <p>---</p>	5, 7, 14, 16, 18, 19
A	<p>US 5 847 862 A (CHRAPLYVY ANDREW R ET AL) 8 décembre 1998 (1998-12-08) abrégé colonne 2, ligne 31 - ligne 40 colonne 3, ligne 29 - ligne 33</p> <p>-----</p>	1-20

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

FR 00/02637

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5847862 A	08-12-1998	CA	2177874 A	13-12-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREN° d'enregistrement
nationalétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 579867
FR 9911875

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	KANI J ET AL: "BIDIRECTIONAL TRANSMISSION TO SUPPRESS INTERWAVELENGTH-BAND NONLINEAR INTERACTIONS IN ULTRAWIDE-BAND WDM TRANSMISSION SYSTEMS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 11, no. 3, mars 1999 (1999-03), pages 376-378, XP000823483- ISSN: 1041-1135 * page 376 *	1-4, 11-13
A	---	5-8, 14, 15, 19, 20
A	ZOU X Y ET AL: "COMPENSATING OF NONUNIFORM GAIN INDUCED BY RAMAN SCATTERING AND EDFAS IN ULTRALONG-DISTANCE WDM LINKS" OPTICAL FIBER COMMUNICATION, US, NEW YORK, IEEE, 1995, pages 152-153, XP000517683 ISBN: 0-7803-2654-7 * le document en entier *	5, 7, 14, 16, 18, 19
A	US 5 847 862 A (CHRAPLYVY ANDREW R ET AL) 8 décembre 1998 (1998-12-08) * abrégé * * colonne 2, ligne 31 - ligne 40 * * colonne 3, ligne 29 - ligne 33 * ---	1-20
See attached translation sheet ligne = line revendications - claims colonne = column abrege = summary/abstract		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7) H04B H01S
1	Date d'achèvement de la recherche 7 juin 2000	Examinateur Ribbe, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.**

FA 579867
FR 9911875

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets,
ni de l'Administration française

07-06-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5847862 A	08-12-1998	CA	2177874 A	13-12-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
29 mars 2001 (29.03.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/22626 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷: H04B 10/18

Dominique [FR/FR]; 62, avenue de la République,
F-91120 Montrouge (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/02637

(74) Mandataires: LAMOUREUX, Bernard etc.; Compagnie Financière Alcatel, Dépt. Propriété Industrielle, 30, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international:

22 septembre 2000 (22.09.2000)

(81) État désigné (national): US.

(25) Langue de dépôt:

français

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Données relatives à la priorité:

99/11875 23 septembre 1999 (23.09.1999) FR

Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): ALCA-
TEL [FR/FR]; 54, rue La Boétie, F-75008 Paris (FR).

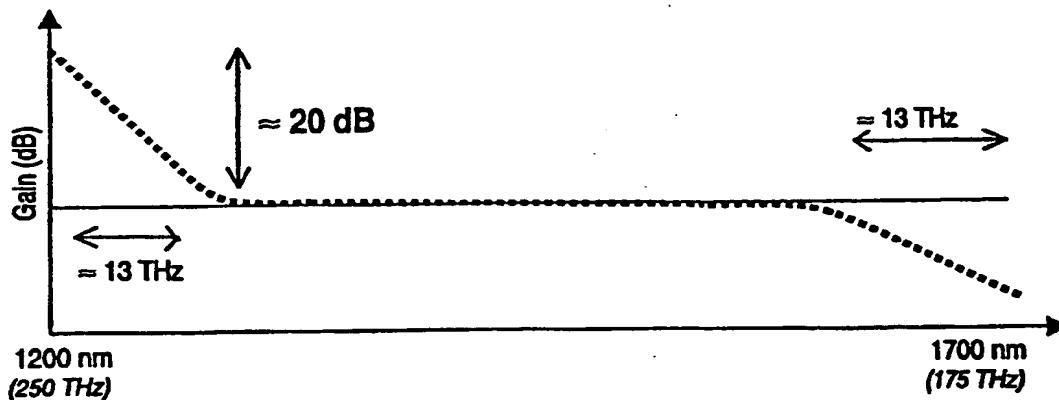
En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement): HAMOIR,

(54) Title: AMPLIFICATION FOR OPTICAL FIBRE ULTRAWIDE BAND TRANSMISSION SYSTEMS

(54) Titre: AMPLIFICATION POUR DES SYSTEMES DE TRANSMISSION A FIBRES OPTIQUES A TRES LARGE BANDE



(57) Abstract: The invention concerns an ultrawide band wavelength multiplexing transmission, typically more than 150 or 200 nm, wherein the energy transfers between channels caused by Raman effect are compensated. The depletion of channels for high frequency wavelengths is compensated by an amplification, preferably distributed, while the enhancement of channels for low frequency wavelengths is compensated by an attenuation.

(57) Abrégé: L'invention concerne un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde à très large bande, typiquement supérieure à 150 ou 200 nm, dans lequel les transferts d'énergie entre canaux provoqués par l'effet Raman sont compensés. L'apauvrissement des canaux pour les longueurs d'onde les plus faibles est compensé par une amplification, de préférence distribuée, tandis que l'enrichissement des canaux pour les longueurs d'ondes les plus importantes est compensé par une atténuation.

WO 01/22626 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

AMPLIFICATION POUR DES SYSTEMES DE TRANSMISSION A FIBRES OPTIQUES A TRES LARGE BANDE

La présente invention concerne le domaine des transmissions optiques, et 5 plus particulièrement les limitations provoquées par l'effet Raman dans les systèmes de transmission par fibres optiques. L'invention s'applique particulièrement aux systèmes de transmission à multiplexage en longueur d'onde.

Le multiplexage en longueur d'onde a rendu possible une augmentation considérable des capacités des systèmes de transmission par fibres optiques.

10 Toutefois, l'effet Raman ou plus exactement la diaphonie due à l'effet Raman stimulé (SRS, acronyme de l'anglais "Stimulated Raman Scattering") constitue une limite importante; cet effet est par exemple décrit dans l'ouvrage G.P. Agrawal, Nonlinear Fibre Optics, Academic Press 1980, pour une bande de signal de largeur inférieure ou égale à 13 THz ,(440 cm⁻¹). Cet effet conduit à des transferts d'énergie entre les 15 canaux. Pour un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde, l'effet Raman provoque un décalage en gain ou inclinaison (en anglais "tilt") du spectre après transmission. En d'autres termes, un spectre présentant une pluralité de canaux de puissance sensiblement identique en début de propagation présente après propagation du fait de l'effet Raman des puissances plus faibles pour les canaux de 20 longueur d'onde les plus faibles. Une solution connue à ce problème consiste à adapter le gain des amplificateurs utilisés. Cette solution est néanmoins limitée dans la plage de correction possible.

N. Zirngibl, Analytical model of Raman gain effects in massive wavelength division multiplexed transmission systems, Electronics Letters, vol. 34 n°14 (1998), pp. 25 789-790 propose un modèle des effets de la diaphonie Raman, montrant que la distorsion spectrale induite par la diaphonie par effet Raman stimulé ne dépend que de la puissance totale injectée, et non pas de la distribution spectrale de cette puissance. Dans cet article, la distorsion est modélisée par un "tilt" ou inclinaison parfait, et il est prévu une compensation par un filtre linéaire présentant une 30 inclinaison constante en dB/nm.

L'inclinaison du spectre est par exemple décrite dans S. Bigo et autres, Investigation of stimulated Raman scattering on WDM structures over various types of fiber infrastructures, OFC'99 paper WJ7, 21-26 février 1999. Ce document mesure

les effets de la diaphonie Raman, dans la plage de longueur d'onde située autour de 1550 nm, mais ne propose pas de solution au problème.

D. N. Christodoulides et R. B. Jander, *Evolution of Stimulated Raman Crosstalk in Wavelength Division Multiplex Systems*, IEEE Photonics Technology Letter, 5 vol. 8 n°12, Décembre 1996, pp. 1722-1724 propose une simulation numérique de la diaphonie provoquée par l'effet Raman entre les différents canaux d'un système de transmission en multiplexage en longueur d'onde. Ce document utilise une approximation triangulaire du profil de gain Raman sur le multiplex.

A. R. Chraplyvy, *Optical power limits in multi-channel wavelength division multiplexed systems due to Stimulated Raman Scattering*, Electronics Letters, vol. 20 n°2 (1984), pp. 58-59 propose aussi une approximation triangulaire du gain Raman dans un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde; il est précisé que les modèles fournis dans ce document peuvent être utilisés pour estimer les limitations induites par la diaphonie due à l'effet Raman stimulé. Ce document ne 15 propose pas de solution aux problèmes que soulève cette amplification.

Une onde lumineuse cohérente unique émise dans une fibre monomode subit des pertes liées à la génération spontanée d'une seconde onde, puis à son amplification, par effet Raman. La fréquence de l'onde résultante est réduite d'environ 13 THz par rapport à l'onde initiale. T. Sylvestre et autres, *Stimulated Raman suppression under dual-frequency pumping in single mode fibers*, Electronics Letters, 20 vol. 34 n°14 (1998), pp. 1417-1418 décrit un montage expérimental permettant de limiter fortement ces pertes pour l'onde d'intérêt en éliminant l'onde résultante. Pour cela, une onde dont la fréquence est réduite d'environ 2x13 THz par rapport à l'onde d'intérêt est également émise dans la fibre, et une fibre à maintien de polarisation est 25 considérée. Cette méthode de réduction de l'effet Raman n'est pas applicable à un système de transmission à large ou à très large bande.

La demande de brevet français déposée le 10 juin 1999 sous le numéro 99 07324 et intitulée "Compensation de l'effet Raman par pompage dans un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde" propose d'injecter dans une liaison 30 des pompes à des longueurs d'onde inférieures à celles des signaux d'un multiplex en longueur d'onde, pour compenser l'inclinaison provoquée par l'effet Raman sur les canaux du multiplex. L'apport d'énergie provenant des pompes compense la déplétion des premiers canaux du multiplex. Cette solution est proposée pour des

signaux à des longueurs d'ondes entre 1520 et 1600 nm, soit donc sur des bandes généralement inférieures à 80-100 nm, et au plus égales à 20 THz.

Tous ces documents de l'état de la technique, comme par ailleurs la demande de brevet français citée en dernier, ne concernent que la plage de 5 transmission centrée autour de 1550 nm, c'est-à-dire les longueurs d'ondes entre 1520 et 1600 nm.

Kenneth L. Walker, *Status and challenge of optical amplifiers and lasers*, OAA'98, MB1, pp. 12-14, mentionne comme évolution future l'utilisation de l'ensemble de la largeur spectrale disponible dans les fibres optiques, soit des 10 largeurs de 400 nm ou plus entre 1,2 et 1,7 μ m. Ce document précise que les deux facteurs principaux qui limitent l'utilisation de l'ensemble du spectre d'une fibre sont la dispersion et l'atténuation. Il précise encore que l'amplification Raman constitue un bon candidat pour l'amplification sur une large bande, à l'inverse des amplificateurs dopés aux terres rares, qui ne fonctionnent que sur une largeur de bande de moins 15 de 100 μ m. Pour assurer la platitude du gain, cet article propose d'utiliser comme filtre des réseaux à longue période; les exemples proposés montrent des filtres entre 1500 et 1600 nm, et le gain résultant, sur une largeur de 40 nm.

L'invention propose une solution au problème nouveau des distorsions provoquées par l'effet Raman, sur de très larges bandes. On entend dans la suite de 20 la demande par "très large bande" des plages de longueurs d'onde s'étendant sur plus de 150 nm, ou sur plus de 200 nm, soit sur plus de 20 THz ou sur plus de 30 THz.

Elle repose sur la constatation que l'effet Raman, sur de telles largeurs de bande, génère des distorsions par diaphonie entre les différents canaux. Ces 25 distorsions induisent des modifications de la distribution spectrale d'énergie sensiblement différentes de celles déjà connues dans le cas de transmissions en bande étroite et mentionnées ci-dessus. Ces modifications nouvelles de la distribution spectrale doivent être corrigées pour permettre une transmission

L'invention propose une solution à ce problème nouveau.
30 Plus précisément, l'invention propose un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde à très large bande, avec des moyens de compensation des transferts d'énergie entre les canaux provoqués par l'effet Raman.

Le système présente une largeur de bande supérieure à 20 THz, voire supérieure à 30 THz.

Dans un mode de réalisation, la bande s'étend au-delà de 1620 nm, de préférence au-delà de 1650 nm, ou de façon encore plus préférée au-delà de 1670 nm.

Avantageusement, les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande, par exemple sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.

Les moyens de compensation peuvent aussi compenser un enrichissement des canaux sur la fin de la bande, par exemple sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz. Dans un mode de réalisation, les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande par les pertes linéaires dans la fibre du système de transmission. Les moyens de compensation peuvent aussi comprendre des moyens pour émettre des puissances plus faibles sur la fin de la bande.

L'invention concerne aussi un système d'amplification optique très large bande comprenant des moyens de compensation des transferts d'énergie provoqués par l'effet Raman. La largeur de bande est de préférence supérieure à 20 THz, voire supérieure à 30 THz.

Avantageusement, les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande, par exemple sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz. On peut à cette fin prévoir des moyens d'amplification distribuée sur le début de la bande. Ces moyens comprennent par exemple des moyens d'amplification Raman et/ou des moyens d'amplification par des terres rares.

Dans un mode de réalisation, les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande, par exemple sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés, qui montrent

figure 1, une représentation schématique des modifications de la distribution spectrale provoquées par l'effet Raman dans un système de transmission très large bande;

- figure 2, une représentation schématique de l'allure du gain pour une amplification dans un système de transmission très large bande.

L'invention repose sur la constatation que les distorsions provoquées par l'effet Raman dans les systèmes à très large bande sont différentes des effets

5 provoqués par ce même effet Raman dans les systèmes de transmission à multiplexage en longueur d'onde classique. De fait, l'allure des distorsions obtenues est radicalement différente – voir par exemple l'article de S. Bigo et autres, qui ne mentionne qu'une inclinaison, en d'autres termes un effet qui peut être approximé par une droite de pente croissante.

10 En outre, les solutions, par exemple la présence de pompes à des longueurs d'onde inférieures à celles du multiplex, proposée dans la demande de brevet précitée, ne permettent une compensation que sur quelques dizaines de nanomètres, et au maximum sur 20 THz.

15 L'invention propose donc une compensation générique des effets du gain Raman sur des systèmes de transmission à très large bande.

La figure 1 montre une représentation schématique des modifications de la distribution spectrale provoquées par l'effet Raman dans un système de transmission très large bande. En abscisse sont portées les longueurs d'onde en nanomètres ou en THz. En ordonnée est portée la puissance en dB. On a représenté sur la figure les 20 modifications induites par l'effet Raman sur des canaux d'un multiplex s'étendant entre 1200 et 1700 nm. Le trait gras sur la figure montre la distribution de puissance constante sur les différents canaux du multiplex, qui est l'objectif visé; les traits en pointillés montrent qualitativement l'allure des modifications induites sur cette distribution théorique par l'effet Raman. On constate qu'existent essentiellement trois 25 zones dans le schéma de la figure 1. La première zone s'étend au début de la bande disponible, à partir de 1200 nm ou 250 THz, et sur une plage de longueurs d'onde de l'ordre de 13 THz ou environ 85 nm, et plus généralement une plage d'une largeur entre 13 et 21 THz. Dans cette première zone, les canaux du multiplex subissent une déplétion ou appauvrissement par effet Raman, au profit des canaux 30 présentant une longueur d'onde plus importante. Ils présentent donc une puissance plus faible que la puissance nominale. Les courbes en pointillé sont donc en dessous de la courbe en trait gras. La déplétion peut provoquer des variations de puissance allant jusqu'à 20 dB ou plus par rapport à la puissance nominale des canaux.

La troisième zone s'étend sur la fin de la bande disponible, dans l'exemple jusqu'à une limite supérieure de 1700 nm; elle couvre une plage de longueurs d'onde d'environ 13 THz ou 85 nm, et plus généralement une plage d'une largeur entre 13 et 21 THz, soit environ 70 à 120 nm. Dans cette troisième zone, les canaux d'un 5 multiplex sont replétés ou enrichis par les canaux précédents, et présentent donc une puissance supérieure à la puissance nominale attendue. La différence de puissance par rapport à la puissance nominale peut atteindre jusqu'à 20 dB ou plus.

La deuxième zone s'étend entre les première et troisième zones. Dans cette deuxième zone, les signaux des canaux du multiplex sont replétés ou enrichis par le 10 transfert d'énergie par effet Raman provenant des canaux précédents. Les canaux du multiplex sont aussi appauvris par le transfert d'énergie par effet Raman vers les canaux suivants. En prenant en compte ces deux facteurs, la puissance dans les canaux de la deuxième zone est moins affectée par l'effet Raman. Ceci reste vrai tant que l'on ne rentre pas dans un régime tellement déséquilibré que l'on voit apparaître 15 des oscillations sur la distribution spectrale de puissance ; un tel régime est peu probable dans un système présentant la compensation proposée dans les première et troisième zones, particulièrement si ces moyens de compensation comprennent une amplification distribuée aux plus faibles longueurs d'onde ou une perte distribuée aux longueurs d'onde les plus élevées, et encore plus particulièrement si il comprennent 20 l'un et l'autre de ces deux moyens de compensation.

Les deux graphes en pointillés sur la figure 1 représentent des approximations différentes des distorsions induites par l'effet Raman; ces distorsions sont notamment fonction de la puissance totale injectée, de la largeur de bande, de l'atténuation, de la surface effective, de la composition et de la longueur de la fibre. 25 On constate, comme indiqué plus haut, que les distorsions induites par l'effet Raman sur une très large bande sont sensiblement différentes de la simple inclinaison mentionnée dans l'article précité de S. Bigo et autres. La figure 1 montre l'exemple d'une plage de longueurs d'onde de 500 nm; il est clair que l'on retrouve une courbe d'une allure similaire, pour des plages plus réduites, par exemple autour de 250 ou 300 nm. L'utilisation de deux bandes distinctes, séparées, comme par exemple une bande autour de 1,3 μ m et une bande autour de 1,55 μ m ne conduit pas à des distorsions du type de celles qui sont représentées sur la figure 1, mais simplement à des distorsions du genre de celles qualifiées dans l'état de la technique. Si l'on ajoute

des canaux entre 1,3 μm et 1,55 μm , et par exemple des canaux entre 1,4 μm et 1,5 μm , ou entre 1,6 μm et 1,7 μm , on retrouve des distorsions présentant l'allure de la figure 1. Ceci provient du fait qu'une séparation des bandes supérieure à environ 20 THz élimine l'incidence de l'effet Raman; cet effet est maximal entre des bandes 5 séparées d'environ 13 THz.

L'invention repose sur la constatation que ces distorsions sont distinctes des distorsions décrites dans les articles de l'état de la technique; elle propose de compenser ces distorsions, de sorte à permettre une transmission. La figure 2 montre une représentation schématique de l'allure du gain pour une amplification dans un 10 système de transmission très large bande; en abscisse est portée la longueur d'onde entre 1200 nm et 1700 nm (de 250 à 175 THz), et en ordonnées le gain proposé. Le trait continu représente l'amplification moyenne, qui correspond à l'amplification dans la deuxième zone identifiée plus haut; cette amplification est celle qui serait requise en l'absence de transferts d'énergie par effet Raman. Le trait en pointillés 15 représente l'allure du gain d'amplification proposé selon l'invention, pour compenser les distorsions provoquées par l'effet Raman.

Comme le montre la figure, dans la première zone définie plus haut, le gain est supérieur au gain moyen, et décroît de façon sensiblement linéaire; la valeur initiale est d'environ 20 dB supérieure au gain moyen, et la valeur décroît 20 progressivement jusqu'à atteindre le gain moyen, après environ 13 THz à 21 THz. Le gain compense ainsi la déplétion des canaux dans la première zone. Dans cette zone, l'invention propose donc d'utiliser des amplificateurs présentant des gains beaucoup plus importants que le gain moyen. La pente de ces amplificateurs est donnée sur la figure 2, et elle peut atteindre 20 dB sur 80 nm, soit près de 0,25 25 dB/nm.

On peut avantageusement dans cette première zone utiliser pour la compensation du gain des amplificateurs distribués, et par exemple des amplificateurs Raman. Ce mode de réalisation détend les contraintes à imposer à des amplificateurs discrets pour atteindre les valeurs d'amplification proposées ; en outre, 30 l'utilisation d'amplificateurs distribués dans cette première zone permet de limiter les puissances utilisées, notamment par rapport à une solution avec des amplificateurs discrets. Une telle limitation des puissances injectées diminue les distorsions induites par l'effet Raman.

Dans la troisième zone définie plus haut, le gain est inférieur au gain moyen; il décroît aussi sensiblement linéairement. La baisse de gain compense ainsi l'enrichissement des canaux de la troisième zone. Cet enrichissement, comme représenté à la figure 1 en traits pointillés, peut provoquer des oscillations, et résulter 5 en une consommation d'énergie excessive. L'invention propose d'imposer des conditions sur les longueurs d'ondes les plus importantes, qui permettent d'éviter l'enrichissement, et de limiter les oscillations. Elle propose, suivant un premier mode de réalisation, d'utiliser dans cette troisième zone des puissances qui sont plus faibles que dans le reste de la bande, et qui demandent moins d'amplification ; ceci 10 diminue encore les contraintes sur les amplificateurs discrets ou distribués efficaces dans cette zone. Une autre solution, qui n'est pas exclusive de la première consiste à étendre la fenêtre de transmission jusqu'à des longueurs d'onde au-delà de 1620, voire 1650 ou même 1670 nm, et à utiliser les pertes linéaires croissantes de la fibre de transmission pour compenser les distorsions induites par l'effet Raman. Cette 15 solution permettrait notamment d'utiliser les fibres optiques existantes pour des transmissions dans des plages de longueurs d'onde jusqu'ici réputées inutilisables, et par exemple, pour des fibres G.652 classiques, pour des longueurs d'onde allant jusqu'à 1650, 1680 ou même 1700 nm, ou au-delà. On pourrait encore utiliser dans cette troisième zone des atténuateurs.

20 Dans la seconde zone, les variations de gain nécessaires sont faibles et le gain est sensiblement égal au gain moyen. On peut dans cette zone utiliser des amplificateurs présentant un gain sensiblement plat, du genre des amplificateurs habituellement utilisés dans les systèmes de transmission à bande étroite.

25 L'invention permet de la sorte de compenser les distorsions induites par l'effet Raman sur les canaux d'un système de transmission à très large bande.

30 L'invention propose aussi d'autres solutions, qui combinées à la compensation décrite ci-dessus, peuvent permettre de limiter les distorsions provoquées par l'effet Raman. Dans un mode de réalisation, l'invention propose d'utiliser dans le système de transmission des puissances faibles, de sorte à limiter les transferts d'énergie par effet Raman. La puissance par canal optimale dans un système à multiplexage en longueur d'onde très large bande avec diaphonie Raman, particulièrement si elle n'est pas compensée par d'autres moyens, est inférieure à la puissance optimale dont on conviendrait en l'absence du phénomène (transmission

sur une bande réduite) puisque c'est un effet non-linéaire - les transferts d'énergie d'un canal vers un autre étant proportionnels au produit des puissances des deux canaux. L'utilisation d'amplification distribuée en bas de bande sert entre autre à limiter la puissance. De fait, comme le montre pour de plus faibles largeurs de bande 5 l'article de N. Zirngibl cité plus haut, la diaphonie par effet Raman dépend de la puissance totale injectée dans la fibre. Une puissance plus faible peut permettre de limiter les distorsions provoquées par l'effet Raman.

On peut encore procéder à une gestion du système de transmission lorsque le trafic est faible, c'est-à-dire inférieur au trafic maximal acceptable par le système 10 de transmission. La coupure de canaux inutilisés du fait d'un faible débit utile conduirait à modifier substantiellement les effets du gain Raman ; même si elle reste possible, ce n'est pas la solution préférée, et l'invention propose plutôt de continuer à émettre sur les canaux peu utilisés, éventuellement avec des débits plus faibles, et en utilisant bien sûr des signaux décorrelés sur les différents canaux. Cette solution 15 impliquant des signaux de charge a pour avantage de conserver la charge des amplificateurs optiques et la forme des distorsions à compenser.

L'invention a donc aussi pour objet un système d'amplification ou un amplificateur optique très large bande pour compenser les distorsions induites par l'effet Raman. Le système d'amplification peut comporter un amplificateur, ou une 20 combinaison d'amplificateurs présentant individuellement des largeurs de bande plus réduites, Dans les faibles longueurs d'onde, le système d'amplification peut présenter des moyens d'amplification avec un gain supérieur au gain moyen; il peut notamment présenter des moyens d'amplification distribuée ; dans les fortes longueurs d'onde, le système d'amplification peut présenter des moyens 25 d'amplification avec un gain inférieur au gain moyen.

Il est clair que les moyens de compensation décrits dans ce qui précède peuvent compenser totalement les transferts d'énergie par effet Raman ou peuvent ne compenser que partiellement ces transferts d'énergie. Notamment, une compensation totale sur tous les canaux n'est forcément nécessaire dans tous les systèmes de 30 transmission. L'invention ne s'applique donc pas seulement au cas d'une compensation totale sur tous la bande considérée.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et modèles de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses

variantes accessibles à l'homme de l'art. Les plages de longueurs d'onde proposées dans les figures ne sont données qu'à titre d'exemple, et l'invention s'applique pour tous les systèmes de transmission à très large bande. Les moyens d'amplification peuvent comprendre des amplificateurs discrets ou distribués, en un nombre qui peut 5 varier selon les applications. Dans le cas d'une amplification distribuée de type Raman, l'amplification Raman peut être co- ou contra-directionnelle, ou les deux à la fois. Autrement dit, les faisceaux de pompe peuvent être injectés dans la direction de propagation des signaux, ou dans la direction opposée, ou simultanément dans les deux directions. Une amplification co-directionnelle est plus efficace qu'une 10 amplification contra-directionnelle vis à vis de la réduction de l'effet de la diaphonie Raman ; elle présente toutefois d'autres inconvénients, et de ce fait, il est généralement admis hors du contexte de l'invention qu'un schéma d'amplification contra-directionnel est préférable dans le cas d'amplification Raman distribuée.

Dans les modes de réalisation décrits plus haut, l'amplification distribuée est 15 une amplification Raman. L'amplification n'est pas nécessairement intégralement une amplification Raman, et pourrait aussi être totalement ou en partie une amplification distribuée ou discrète par des terres rares. L'amplification Raman est néanmoins le mode d'amplification privilégié ici pour la première zone mentionnée ci-dessus car il permet de réaliser une inclinaison ou "tilt" moyen, d'ajuster sa pente et sa forme et de 20 le réaliser dans n'importe quelle gamme de longueurs d'onde, par un bon choix des longueurs d'onde de pompe. Au contraire, il est plus difficile d'adapter ces différents paramètres pour une amplification par des terres rares. On peut en tout état de cause utiliser une amplification Raman, une amplification par des terres rares ou toute combinaison des deux dans chacune des zones définies plus haut. Ces 25 amplifications peuvent être discrètes (localisées) ou être distribuées, ou bien encore combiner ces deux modes.

Dans les exemples donnés plus haut, on a considéré une transmission sur une plage de longueurs d'onde de 500 nm; l'invention s'applique aussi pour des plages de longueurs d'onde plus réduites, par exemple pour des plages de l'ordre de 30 150 nm, soit environ 20 THZ autour de 1550 nm. Pour de telles plages de longueurs d'onde, les solutions proposées dans l'art antérieur ne permettent pas une compensation totale ou partielle du gain Raman sur toute la largeur de la bande considérée.

Dans les modes de réalisation décrits, on a appliqué à un système de transmission à très large bande une compensation des effets du gain Raman, à la fois dans le bas de la bande avec une amplification et dans le haut de la bande avec une atténuation; cette solution s'applique aussi pour des systèmes qui ne sont pas à

5 très large bande, par exemple pour des systèmes d'une largeur de bande en dessous de 20 THz. Dans ce cas, cette double compensation permet une meilleure égalisation, et permet aussi de limiter les puissances utilisées pour les pompes des faibles longueurs d'onde. Par rapport à une solution d'atténuation sur toute la largeur de bande, cette double compensation limite la perte totale dans les canaux

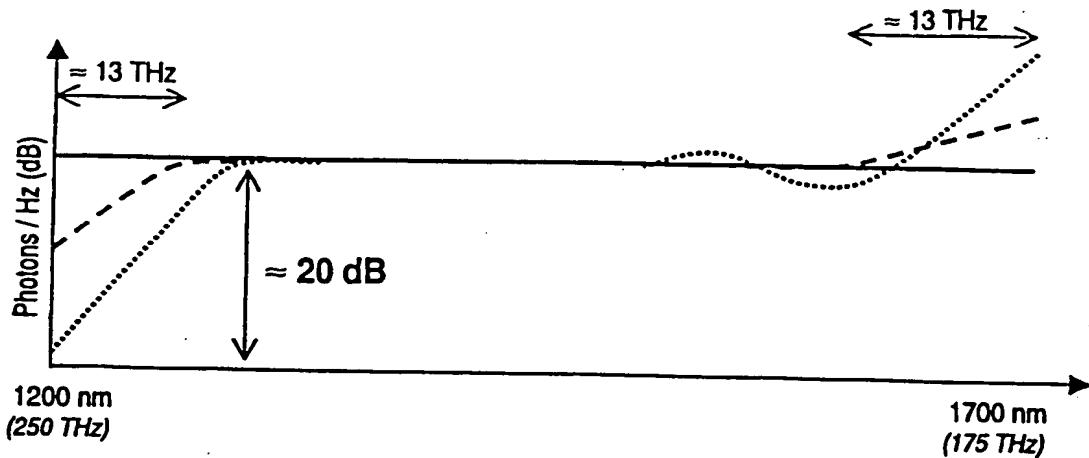
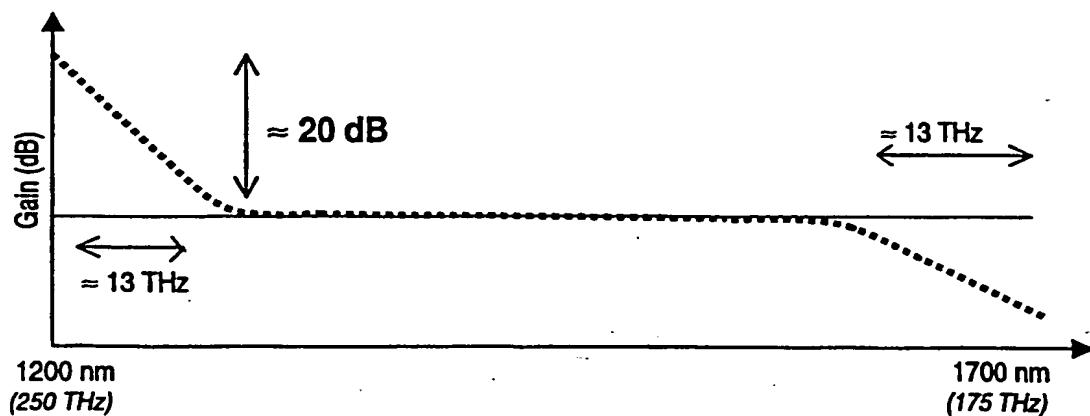
10 présentant la plus faible longueur d'onde.

REVENDICATIONS

1. Un système de transmission à multiplexage en longueur d'onde à très large bande, avec des moyens de compensation des transferts d'énergie entre les canaux provoqués par l'effet Raman.
- 5
2. Le système de la revendication 1, caractérisé par une largeur de bande supérieure à 20 THz.
3. Le système de la revendication 1, caractérisé par une largeur de bande supérieure à 30 THz.
- 10 4. Le système de la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la dite bande s'étend au-delà de 1620 nm, de préférence au-delà de 1650 nm, ou de façon encore plus préférée au-delà de 1670 nm.
- 5
- 15 5. Le système de l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande.
6. Le système de la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande, sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.
7. Le système de l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande.
- 20
8. Le système de la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande, sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.

9. Le système de la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande par les pertes linéaires dans la fibre du système de transmission.
10. Le système de la revendication 7, 8 ou 9, caractérisé en ce que les moyens de compensation comprennent des moyens pour émettre des puissances plus faibles sur la fin de la bande.
11. Un système d'amplification optique très large bande comprenant des moyens de compensation des transferts d'énergie provoqués par l'effet Raman.
- 10 12. Le système de la revendication 11, caractérisé par une largeur de bande supérieure à 20 THz.
13. Le système de la revendication 11, caractérisé par une largeur de bande supérieure à 30 THz.
14. Le système de la revendication 11, 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande.
15. Le système de la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un appauvrissement des canaux sur le début de la bande, sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.
- 20 16. Le système de la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'amplification distribuée sur le début de la bande.
17. Le système de la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens d'amplification distribuée comprennent des moyens d'amplification Raman.

18. Le système de la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que les moyens d'amplification distribuée comprennent des moyens d'amplification par des terres rares.
19. Le système de l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande.
20. Le système de la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens de compensation compensent un enrichissement des canaux sur la fin de la bande, sur une largeur comprise entre 13 et 21 THz.

Figure 1**Figure 2**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 00/02637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B10/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04B H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KANI J ET AL: "BIDIRECTIONAL TRANSMISSION TO SUPPRESS INTERWAVELENGTH-BAND NONLINEAR INTERACTIONS IN ULTRAWIDE-BAND WDM TRANSMISSION SYSTEMS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 11, no. 3, March 1999 (1999-03), pages 376-378, XP000823483 ISSN: 1041-1135 page 376	1-4, 11-13
A	---	5-8, 14, 15, 19, 20

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 December 2000

Date of mailing of the international search report

15/12/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cochet, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No
PCT/FR 00/02637

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZOU X Y ET AL: "COMPENSATING OF NONUNIFORM GAIN INDUCED BY RAMAN SCATTERING AND EDFAS IN ULTRALONG-DISTANCE WDM LINKS" OPTICAL FIBER COMMUNICATION, US, NEW YORK, IEEE, 1995, pages 152-153, XP000517683 ISBN: 0-7803-2654-7 the whole document ---	5, 7, 14, 16, 18, 19
A	US 5 847 862 A (CHRAPLYVY ANDREW R ET AL) 8 December 1998 (1998-12-08) abstract column 2, line 31 - line 40 column 3, line 29 - line 33 ---	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02637

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5847862	A 08-12-1998	CA 2177874	A	13-12-1996
		EP 0749224	A	18-12-1996
		JP 9008730	A	10-01-1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/02637

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H04B10/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04B H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	KANI J ET AL: "BIDIRECTIONAL TRANSMISSION TO SUPPRESS INTERWAVELENGTH-BAND NONLINEAR INTERACTIONS IN ULTRAWIDE-BAND WDM TRANSMISSION SYSTEMS" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, US, IEEE INC. NEW YORK, vol. 11, no. 3, mars 1999 (1999-03), pages 376-378, XP000823483 ISSN: 1041-1135 page 376	1-4, 11-13
A	---	5-8, 14, 15, 19, 20

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 décembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Cochet, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

International No
PCT/FR 00/02637

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	ZOU X Y ET AL: "COMPENSATING OF NONUNIFORM GAIN INDUCED BY RAMAN SCATTERING AND EDFAS IN ULTRALONG-DISTANCE WDM LINKS" OPTICAL FIBER COMMUNICATION, US, NEW YORK, IEEE, 1995, pages 152-153, XP000517683 ISBN: 0-7803-2654-7 le document en entier -----	5, 7, 14, 16, 18, 19
A	US 5 847 862 A (CHRAPLYVY ANDREW R ET AL) 8 décembre 1998 (1998-12-08) abrégé colonne 2, ligne 31 - ligne 40 colonne 3, ligne 29 - ligne 33 -----	1-20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/02637

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5847862 A	08-12-1998	CA	2177874 A	13-12-1996
		EP	0749224 A	18-12-1996
		JP	9008730 A	10-01-1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

OF INDUSTRIAL PROPERTY

SEARCH REPORT

drawn up on the ground of the last claims filed before the beginning of the search

THIS PAGE BLANK (USPTO)